

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

JPAB

CLIPPEDIMAGE= JP405144650A

PAT-NO: JP405144650A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05144650 A

TITLE: MANUFACTURE OF MAGNET

PUBN-DATE: June 11, 1993

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

NAKATSUKA, SATORU

KIKUCHI, TAKAHIRO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

KAWASAKI STEEL CORP

N/A

APPL-NO: JP03306310

APPL-DATE: November 21, 1991

INT-CL_(IPC): H01F041/02; H01F007/02

US-CL-CURRENT: 29/604

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve the magnetic characteristics of a magnet by a method wherein before magnetic powder is orientated aligning with a magnetization facilitating axis by molding a magnetic raw material while a magnetic field is applied to the raw material, a ferromagnetic field, which is generated by making flow a high current in a pulse form through an exciting coil, is applied to the magnet raw material.

CONSTITUTION: A method of manufacturing a magnet, which feeds a magnet raw material, in which magnetic powder is dispersed to give a fluidity, in a magnetic field orientating molder and orientates the magnetic power aligning with a magnetization facilitating axis by molding the raw material while a magnetic field is applied to the raw material, is a manufacturing method, which applies a ferromagnetic field, which is generated by making to flow a high current in a pulse form through an exciting coil, to the magnetic raw material before a magnetic field to orientate the magnetic powder is applied. Magnetic powder having an intrinsic coercive force of 5000 oersteds or higher is used for this magnet raw material. Thereby, the magnetic powder can be aligned within 90 degrees to the direction to orientate the magnetic moment of the magnetic powder and a magnetic field of a normal intensity in after that or even a weaker magnetic field can orientate the axis of easy magnetization for aligning the magnetic powder in a prescribed direction.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-144650

(43)公開日 平成5年(1993)6月11日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 1 F 41/02
7/02

識別記号

庁内整理番号

G 8019-5E

B 7135-5E

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全10頁)

(21)出願番号 特願平3-306310

(22)出願日 平成3年(1991)11月21日

(71)出願人 000001258

川崎製鉄株式会社

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

(72)発明者 中塚 哲

東京都千代田区内幸町2丁目2番3号 川崎製鉄株式会社東京本社内

(72)発明者 菊地 孝宏

千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

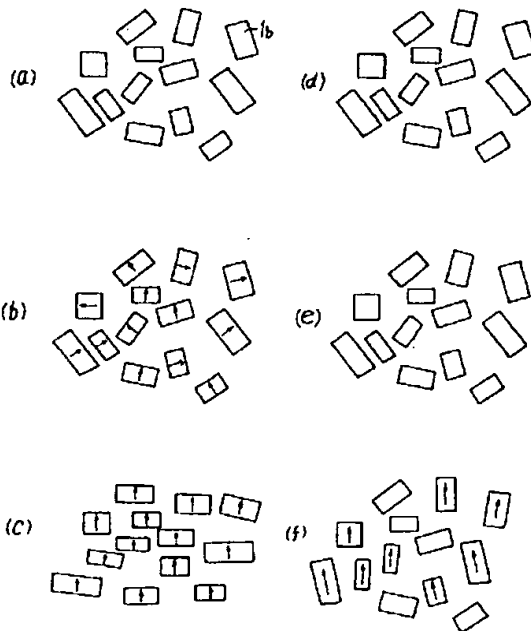
(74)代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外5名)

(54)【発明の名称】 磁石の製造方法

(57)【要約】

【構成】 磁粉を分散させて流動性を付与した磁石原料を磁場配向成形機内に供給し、磁場を印加しつつ成形することにより該磁粉を磁化容易軸に揃えて配向させるに先立って、上記磁石原料に、励磁コイルに大電流をパルス状に流して生起する強磁場を印加する。

【効果】 磁粉の磁化容易軸を所定の方向に容易に配向させることができ、ひいては磁石の磁気特性を向上させることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁粉を分散させて流動性を付与した磁石原料を磁場配向成形機内に供給し、磁場を印加しつつ成形することにより該磁粉を磁化容易軸に揃えて配向させる磁石の製造方法において、

上記磁粉を配向させる磁場印加に先立ち、上記磁石原料に、励磁コイルに大電流をパルス状に流して生起する強磁場を印加することを特徴とする磁石の製造方法。

【請求項2】 磁石原料に、5000エルステッド以上の固有保磁力を有する磁粉を用いる請求項1記載の磁石の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、磁場を印加しつつ成形することにより該磁粉を磁化容易軸に揃えて配向させる磁石の製造方法に関し、特に得られる磁石の磁気特性を有利に向上させ得る方法を提案しようとするものである。磁気回路の関係で従来公知の磁場配向成形機ではキャビティ内に十分な磁場を発生できないことがある極異方配向磁石もしくは集束配向磁石、側面集束配向磁石、内面閉磁路磁石また通常のアキシシャル配向磁石やラジアル配向磁石でもその厚みが厚い磁石を製造するために適用して好適である。得られる磁石は既知の用途にあまねく使用でき、特に使用範囲を限定されるものではない。

【0002】

【従来の技術】磁気特性をより向上させるために磁石に施される要件としては、磁粉の種類を除けば磁粉含有率を高めること及び／又は磁粉の磁化容易軸の配向方向を所定方向に揃えることが挙げられる。

【0003】ここに磁粉含有率を高めることについては種々の制約があって限界があることから、近年では磁粉の配向方向を揃えることにつき研究開発が進められ、例えば特公昭63-59243号公報や実開昭64-24803号公報には、磁束を集束させるような配向の磁石について開示がある他、ラジアル配向磁石やアキシシャル配向磁石、極異方配向磁石等についても公知である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】極異方配向や上掲特公昭63-59243号公報や実開昭64-24803号公報に示された配向や従来公知の配向であるラジアル配向やアキシシャル配向の磁石を製造する際には、とりわけその厚みが厚い場合に、かかる配向用の金型磁気回路が配設された磁場配向成形機のキャビティ内で磁場が十分な強さにならず、磁粉配向度を向上させることができずに得られる磁石の磁気特性が、期待された水準に比べて低い場合がしばしば見受けられた。特に固有保磁力の大きな希土類磁石は、その磁粉の所望配向方向によっては期待された水準より劣るものができることがあった。

【0005】そこで、キャビティ内に印加する磁場を強めて配向させることが試みられたが、この場合には磁粉

の配向が所望の配向方向からずれてしまうという問題が生じた。

【0006】この発明は上記の問題を有利に解決するもので、所望の種々配向について、配向度を有利に高めることによって磁気特性を向上させることのできる磁石の製造方法を提案することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】発明者らは、上述の問題を解決すべく、鋭意研究を重ねた結果、かかる磁石の製造の際に、通常の磁場を印加するに先立って、一瞬、強磁場を磁石原料に印加することが特に有用であることの知見を得た。この発明は、上記の知見に立脚するものである。

【0008】すなわちこの発明は、磁粉を分散させて流動性を付与した磁石原料を磁場配向成形機内に供給し、磁場を印加しつつ成形することにより該磁粉を磁化容易軸に揃えて配向させる磁石の製造方法において、上記磁粉を配向させる磁場印加に先立ち、上記磁石原料に、励磁コイルに大電流をパルス状に流して生起する強磁場を印加することを特徴とする磁石の製造方法である。

【0009】ここに磁石原料に、5000エルステッド以上の固有保磁力を有する磁粉を用いることが、有利に適合する。

【0010】

【作用】この発明に従い、通常の磁場を印加するに先立って、一瞬、強磁場を磁石原料に印加することにより、合成樹脂磁石用の組成物又は焼結磁石用のスラリーにおけるいずれの磁粉も、磁気モーメントを配向すべき方向に対して90度以内に揃えることができ、その後の通常の強さの磁場あるいはより弱い磁場でも磁粉の磁化容易軸を所定方向に配向させることができるのである。

【0011】これに対してパルス状強磁場を印加しない従来技術では、初期の磁気モーメントの反転がなく、磁粉の半分は90度以上の回転をして配向することになり、したがって十分な配向を遂げることなく成形により固化してしまい、配向度を向上できず、所望の配向方向によっては磁気特性は劣悪なものとなっていた。

【0012】図1にフェライト系磁粉を用いて、この発明に従う製造方法を適用した場合において、磁場印加前（同図(a)）、パルス状強磁場を印加した直後（同図(b)）、配向用磁場を印加した後（同図(c)）における各磁粉の配向状況を模式的に示し、また比較のためにパルス状強磁場を印加しない従来の場合について、同じく磁場印加前（同図(d)）、(e)）、配向用磁場を印加した後（同図(f)）における各磁粉の配向状況を模式的に示す。

【0013】また図2に、希土類系磁粉を用いて、この発明に従う製造方法を適用した場合において、磁場印加前（同図(a)）、パルス状強磁場を印加した直後（同図(b)）、配向用磁場を印加した後（同図(c)）における

各磁粉の配向状況を模式的に示し、また比較のためにパルス状強磁場を印加しない従来の場合について、同じく磁場印加前(同図(d)、(e))、配向用磁場を印加した後(同図(f))における各磁粉の配向状況を模式的に示す。なお図1、図2いずれも磁粉の磁気モーメントを矢印で示している。

【0014】図1に示すフェライト系磁粉1aは単磁区構造であり、磁場印加前から磁気モーメントの方向が発現しているが、図2に示す希土類磁粉1bでは、磁場印加前には磁気モーメントは粒子内で互いに逆向きの対が打ち消しあって、外部には磁気モーメントとして現れない。そこでこの発明により希土類磁粉にパルス状強磁場を印加すると、磁気モーメントが発現するようになり、その後の配向用磁場の印加で容易に磁気モーメントが配向方向に揃うようになるので、この発明は、固有保磁力が5000エルステッド以上の希土類磁粉を用いる場合に特に有用である。

【0015】磁粉を分散させて流動性を付与するための、合成樹脂磁石用のバインダー組成や焼結磁石用のスラリーの組成については従来公知の組成をそのまま適用すればよく、また添加剤を適宜含有させても良い。

【0016】次にこの発明で主要な要件であるパルス状強磁場印加について説明する。パルス状強磁場は、励磁コイルに大電流をパルス状に流すことにより生起させるのが好適であり、ここ励磁コイルに通電させる大電流値は、所望の配向方向や励磁コイルの巻数により様々な最適値があるが一般的には100アンペア以上、好ましくは1000アンペア以上で、より好ましくは励磁コイルの巻数の少ないものでは10000アンペア以上もあり得る。かかる励磁コイルの起磁力の目安は、5000アンペアターン望ましくは15000アンペアターンである。

【0017】かかる大電流により金型内に発生させる磁場は、5000エルステッドから15000エルステッドが適当である。特に固有保磁力が5000エルステッド以上の希土類系の磁石を複雑配向させる場合には、一瞬、12000エルステッド以上、望ましくは15000エルステッド以上、最も望ましくは18000エルステッド以上が必要である。

【0018】印加時間は、5ミリ秒あれば十分である。それ以上の場合にはコイルの発熱が大きくなりすぎて蓄熱し、配線の絶縁物が焼けてショートするうれいがある。またフェライト系磁石の場合は2ミリ秒あれば十分である。希土類磁石は、フェライト系磁石よりも若干の時間を要する。またパルス状強磁場印加は、1回行う例の他、5ミリ秒以下の印加を2回以上行うことが、磁粉の配向のためには有利ではあるが、励磁コイルの発熱の除去を考慮する必要がある。

【0019】該パルス状強磁場の印加方向は、その後の磁粉を配向させようとする磁場の印加方向と同一方向とするのがより望ましい。しかし希土類磁粉の場合は、パルス状強磁場により磁気モーメント発現させれば足りる

ので必ずしも印加方向を限定されない。

【0020】その後の、磁粉配向のために印加する磁場についても励磁コイルに電流を流すことにより生起させるのが好適であり、そのための電流値については、従来から行われている30アンペア程度で十分である。かかる磁場は製品形状や成形機の加熱筒の温度や金型の温度にもよるが、磁粉が固化するまで印加し続けることが肝要であり、また湿式焼結法では水が所定量だけ排出されるまで印加し続けることが必要である。これら成形方法にもよるが一般的には30秒、長くて2分間の印加であれば十分である。

【0021】励磁用電源は、パルス電源と低電流電源とをそれぞれ別途に配設して組み合わせたものが、印加する磁場特性に差異があることから好適であり、いずれも既に知られた装置が使用できる。パルス電源のパルス発生部は、2000Vまで、静電容量は2000μFあれば十分である。

【0022】この発明の方法は、既に知られた成形方法のいずれもが使用できる。例えば磁場配向射出成形、磁場配向圧縮成形、磁場配向押し出し成形、磁場配向RIM成形等がある。

【0023】かかる磁場配向成形を行う成形機に金型磁気回路を、図3に射出成形の例で示されるように設ける。図中番号2はダイ3に設けたキャビティ、4は主極、5は対極(補助極)であり、この例では、対極5の磁場印加面の面積を主極のそれに対して減少させた構造とする一方、キャビティは逆円錐台形状としてある。また6は固定盤、7はタイバー、8は移動盤、9は励磁コイルであり、図中に矢印で磁力線方向を示す。なお10はノズルタッチ、11はスプルーランナであり、12は突き出しピン、13は突き出しプレートである。

【0024】図4～図7には、この発明の方法を適用して好適な、各種の配向になる磁石及びこれらの配向のために用いて好適な磁場配向成形機の金型磁気回路の種々の例を各配向ごとに示す。図4はアキシャル配向磁石の例であり、また図5は特公昭63-59243号公報や実開昭64-24803号公報に開示された単純集束配向磁石の例である。また図6及び図7にはそれぞれ発明者が先に開発した側面配向型磁石、内面閉磁路磁石の例を示す(特願平3-251609号、特願平3-251610号明細書参照)。

【0025】磁気回路に用いる強磁性体としては、S55C、S50C、S45C等の炭素鋼、SKD11等のダイス鋼、その他Fe-Co合金(パーメンジュール)、純鉄等が使用できる。なお磁石原料と接する部分には、耐摩耗性向上のために表面硬化処理を施してあってもよい。

【0026】この発明は上記の配向例以外でも、配向の種類を如何に問わず適用可能であることは言うまでもない。また磁石形状にも何ら制限はない。

【0027】また図4～図7では、パルス状強磁場印加用の励磁コイルと、配向磁場印加用の励磁コイルとをま

とめて図示したが、上述したようにパルス状強磁場印加用の励磁コイルは、これらの例に限らず、例えば図8に示すように、射出成形機のノズル部（ロングノズルの場合が好適）に配設してもよい。

【実施例】実施例1

図4～図7に示した金型磁気回路を用いて、図9(a)～(d)に示す各種配向になる円盤状磁石を磁場配向射出成形法及び磁場配向圧縮成形法により製造した。図9(b)の単純集束配向磁石の集束半径 r は25mmであり、また図9(c)の集束率 $a/b = 1/2$ であり、さらに図9(d)の集束率 $a/b = 1/2$ であった。かかる円盤状磁石は、図9(e)に斜視図を示すように半径は30mmであり、また高さは8mmである。

【0028】磁粉の種類は次の2種とした。

磁粉A：フェライト磁粉（平均粒径 $1.5\ \mu\text{m}$ のマグネトプランバイト系ストロンチウム系フェライト、固有保磁力：3000エルステッド）

磁粉B：サマリウムコバルト磁粉（ $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 系、平均粒径 $15\ \mu\text{m}$ 、固有保磁力8000エルステッド）

【0029】磁石原料の配合は、合成樹脂磁石、焼結磁石を各々1種の次の配合とした。

配合A（合成樹脂磁石配合）

磁粉：63 vol%、ポリアミド12：36 vol%、アミノシランA-1100：1 vol%

配合B（焼結磁石配合）

磁粉：50 wt%、水50 wt%

【0030】成形条件は合成樹脂磁石、焼結磁石を各々

1種の次の条件とした。

成形条件A（合成樹脂磁石）

使用ペレット配合：配合A

成形機：コイル内蔵式磁場配向射出成形機

射出シリンダ温度：300℃

金型温度：100℃

射出圧力：1500kgf/cm²

配向用励磁時間：15秒

冷却時間：20秒

10 射出サイクル：40秒

成形条件B（焼結磁石）

使用スラリー：配合B

成形機：コイル内蔵式磁場配向圧縮成形機

水抜き方法：インジェクション方式

成形温度：20℃

焼成温度：1250℃

【0031】パルス状強磁場印加のための励磁電源は、2000 V、1500 μF のものを使用し、励磁コイルは太く2ターンのものを用いて種々の電流を通電した。その後の配向用磁場印加のための励磁電源は別途設け、30アンペアを300ターンの励磁コイルに通電した。励磁コイルにはいずれも強制冷却ジャケットを設置し、10℃の冷水により冷却を図った。

【0032】かくして得られた磁石の表面磁束密度を、パルス状磁場印加条件とともに表1～表3に示す。

【0033】

【表1】

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
磁粉	A	A	A	A
配合	A	A	A	A
得られた製品	図 9 (a)	図 9 (b)	図 9 (c)	図 9 (d)
磁気回路	図 4	図 5	図 6	図 7
初期印加電流値 (A)	8000	8000	8000	8000
初期電流印加時間	2 ms	2 ms	2 ms	2 ms
定電流値 (A)	30	30	30	30
定電流印加時間 (秒)	20	20	20	20
表面磁束密度 (G)	480	690	950	1550
	比較例 1	比較例 2	比較例 3	比較例 4
磁粉	A	A	A	A
配合	A	A	A	A
得られた製品	図 9 (a)	図 9 (b)	図 9 (c)	図 9 (d)
磁気回路	図 4	図 5	図 6	図 7
初期印加電流値 (A)	0	0	0	0
初期電流印加時間	0	0	0	0
定電流値 (A)	30	30	30	30
定電流印加時間 (秒)	20	20	20	20
表面磁束密度 (G)	470	650	900	1490

【0034】

* * 【表2】

	実施例 5	実施例 6	実施例 7	実施例 8
磁粉	B	B	B	B
配合	A	A	A	A
得られた製品	図 9 (a)	図 9 (b)	図 9 (c)	図 9 (d)
磁気回路	図 4	図 5	図 6	図 7
初期印加電流値 (A)	8000	8000	8000	8000
初期電流印加時間	5 ms	5 ms	5 ms	5 ms
定電流値 (A)	30	30	30	30
定電流印加時間 (秒)	20	20	20	20
表面磁束密度 (G)	1000	1470	2000	3300
	比較例 5	比較例 6	比較例 7	比較例 8
磁粉	B	B	B	B
配合	A	A	A	A
得られた製品	図 9 (a)	図 9 (b)	図 9 (c)	図 9 (d)
磁気回路	図 4	図 5	図 6	図 7
初期印加電流値 (A)	0	0	0	0
初期電流印加時間	0	0	0	0
定電流値 (A)	30	30	30	30
定電流印加時間 (秒)	20	20	20	20
表面磁束密度 (G)	705	980	1350	2250

【0035】

* * 【表3】

	実施例 9	実施例 10	実施例 11	実施例 12
磁粉	A	A	B	B
配合	B	B	B	B
得られた製品	図 9 (c)	図 9 (d)	図 9 (c)	図 9 (d)
磁気回路	図 6	図 7	図 6	図 7
初期印加電流値 (A)	8000	8000	8000	8000
初期電流印加時間	2 ms	2 ms	5 ms	5 ms
定電流値 (A)	30	30	30	30
定電流印加時間 (秒)	20	20	20	20
表面磁束密度 (G)	1330	2150	3225	5300
	比較例 9	比較例 10	比較例 11	比較例 12
磁粉	A	A	B	B
配合	B	B	B	B
得られた製品	図 9 (c)	図 9 (d)	図 9 (c)	図 9 (d)
磁気回路	図 6	図 7	図 6	図 7
初期印加電流値 (A)	0	0	0	0
初期電流印加時間	0	0	0	0
定電流値 (A)	30	30	30	30
定電流印加時間 (秒)	20	20	20	20
表面磁束密度 (G)	1280	2100	2500	4000

【0036】これらの表から明らかなように、初期の瞬間的な強磁場は、磁石の磁気特性向上に有用であり、特にその効果は固有保磁力の大きい希土類系磁石において顕著であった。

【0037】実施例2

*

* 次にパルス状強磁場を2回以上印加した場合について表4に示す。表4中の各記号は実施例1と同一である。

【0038】

【表4】

	実施例13	実施例14	実施例15	実施例16
磁粉	B	B	B	B
配合	A	A	A	A
得られた製品	図9(a)	図9(b)	図9(c)	図9(d)
磁気回路	図4	図5	図6	図7
初期印加電流値(A)	8000	8000	8000	8000
初期電流印加時間	5 ms	5 ms	5 ms	5 ms
初期電流印加回数	2	2	2	2
定電流値(A)	30	30	30	30
定電流印加時間(秒)	20	20	20	20
表面磁束密度(G)	1100	1590	2160	3450

【0039】

【発明の効果】この発明の磁石の製造方法は、磁粉を分散させて流動性を付与した磁石原料を磁場配向成形機内に供給し、磁場を印加しつつ成形することにより該磁粉を磁化容易軸に揃えて配向させるに先立って、上記磁石原料に、励磁コイルに大電流をパルス状に流して生起する強磁場を印加することから、磁粉の磁化容易軸を所定の方向に容易に配向させることができ、ひいては磁石の磁気特性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、フェライト系磁粉に磁場を印加した際の、磁粉粒子の配向状況を示す模式図である。

【図2】図2は、希土類系磁粉に磁場を印加した際の、磁粉粒子の配向状況を示す模式図である。

【図3】図3は、磁場配向射出成形機の金型磁気回路の説明図である。

【図4】図4は、この発明の方法を適用して好適な、アキシアル配向になる磁石及びこの配向のために用いて好*

* 適な磁場配向成形機の金型磁気回路の説明図である。

【図5】図5は、単純集束配向になる磁石及びこの配向のために用いて好適な磁場配向成形機の金型磁気回路の説明図である。

【図6】図6は、側面配向型磁石及びこの配向のために用いて好適な磁場配向成形機の金型磁気回路の説明図である。

【図7】図7は、内面閉回路異方性磁石及びこの配向のために用いて好適な磁場配向成形機の金型磁気回路の説明図である。

【図8】図8は、このパルス状強磁場印加用の励磁コイルの配設例を示す説明図である。

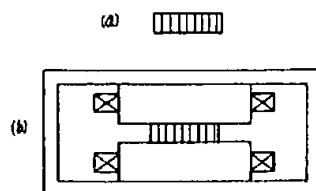
【図9】図9は、各種配向になる円盤状磁石を示す説明図である。

【符号の説明】

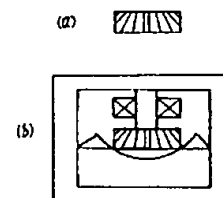
1a フェライト磁粉

1b 希土類磁粉

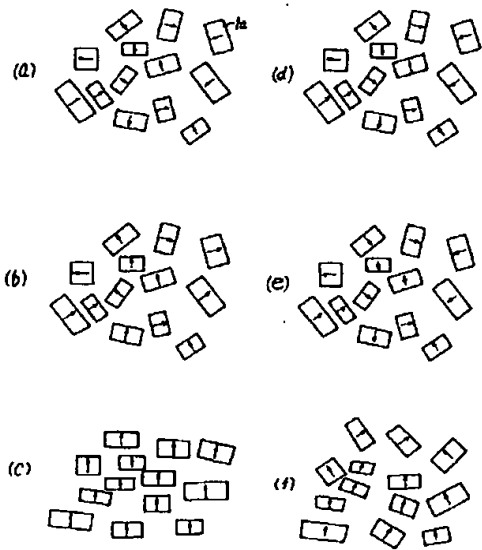
【図4】



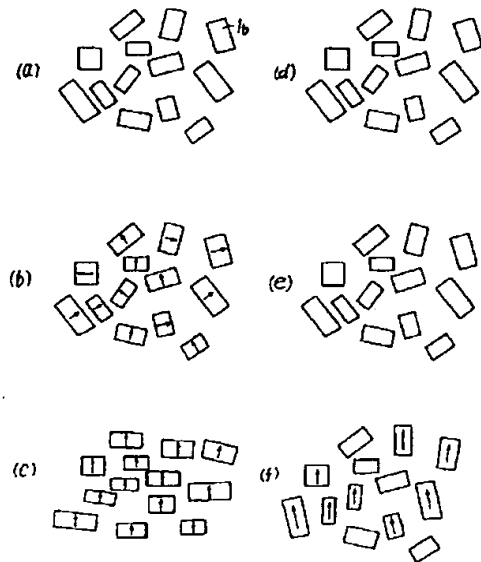
【図5】



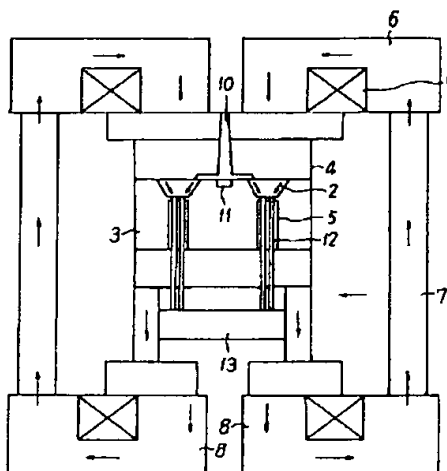
【図1】



【図2】



【図3】



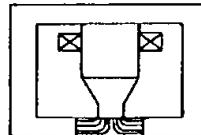
【図6】



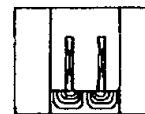
【図7】



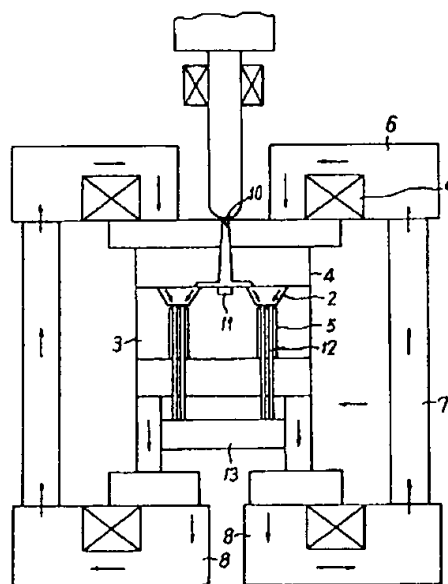
(b)

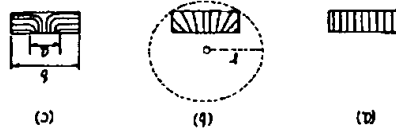
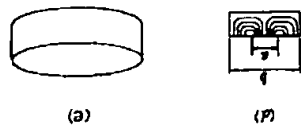


(b)



【図8】





【图9】